# antennes verticales multi-bandes

**Cet article, inspiré de la revue QST, ne s'adresse pas spécialement aux OM chevronnés qui ont déjà expérimenté bien des types d'antennes. Il est plus particulièrement destiné aux SWL et aux nouveaux venus à l'émission sur décamétriques. Il leur permettra de se faire une idée plus précise de ce que sont les antennes verticales et de répondre à quelques-unes de leurs questions. C'est le seul but, bien modeste, des lignes qui suivent.**

A travers les discussions tenues avec les OM les plus jeunes, il est apparu que la connaissance de ce qu'est exactement une antenne verticale est assez imprécise. Les points essentiels à éclaircir étant :

1) la façon d'alimenter l'antenne,

2) le degré d'inadaptation acceptable de l'antenne,

3) le nombre de radians à utiliser,

4) le fonctionnement en «multibandes»,

5) l'installation au sol ou en l'air.

**Un peu de théorie...**

Pour l'amateur, le terme « antenne multibandes » a, peu à peu, signifié différentes choses. Cela s'explique par le fait que les types d'antennes ont proliféré : antennes avec trappes, avec bobinages à prises, de longueur quelconque, etc... Tout simplement, l'antenne multibandes est une antenne qui peut être utilisée sur **plus d'une bande !** Comment on la fait travailler sur des bandes différentes... est une autre histoire !

A priori, tout morceau de fil, de longueur **quelconque** peut être considéré comme antenne multibandes. Par exemple, un fil de 60 cm peut être utilisé sur **n'importe laquelle** des bandes amateurs. Là encore, la façon dont il travaillera est un tout autre sujet !

Au point d'alimentation de toute antenne, il y a la **résistance de rayonnement.** L'énergie fournie à une antenne est dissipée sous forme d'ondes radioélectriques et de chaleur, cette chaleur étant la conséquence des pertes inévitables dans le fil et dans les matériaux d'isolement. L'énergie radio est la forme **utile,** mais elle représente une puissance consommée tout comme la partie transformée en chaleur dans le fil. Dans l'un ou dans l'autre cas, la puissance consommée est égale à $RI^2$. Pour l'énergie transformée en chaleur (effet Joule), R est une résistance réelle (pertes ohmiques), mais pour l'énergie rayonnée, R est une résistance supposée. Cette résistance fictive est la **résistance de rayonnement.** Cela nous amène à une première remarque importante concernant les antennes verticales.

Toutes les fois que nous réduisons **physiquement** la longueur d'une antenne, la résistance de rayonnement est, elle-aussi, diminuée. Supposons par exemple que nous prenions une antenne quart-d'onde sur 20 m ($1/4\,\lambda$), dont la longueur soit environ de 5 mètres. Nous utiliserons un fil de 8/100$^e$ de mm, ceci restant une supposition. Ce fil présente une résistance ohmique de 4 ohms par mètre environ. La résistance de rayonnement d'un quart-d'onde bien taillé, travaillant sur un sol parfaitement conducteur est de 35 ohms. Dans ce cas, l'impédance d'attaque de l'antenne serait approximativement de 35 ohms pour la résistance de rayonnement et de 15 ohms pour la résistance ohmique. Si nous fournissions 50 watts à cette antenne, 15 watts seraient dissipés sous forme de chaleur (puissance perdue !) et le reste, soit 35 watts, seraient rayonnés. Servons-nous maintenant de cette antenne sur 80 mètres. Comme nous l'avons signalé plus haut, lorsque l'on diminue les dimensions d'une antenne (physiquement), la résistance de rayonnement est aussi réduite. Sur 80 m notre antenne de 5 mètres aura une résistance de rayonnement de l'ordre de 1 ohm ! Cependant,

nous aurons toujours la résistance ohmique de 15 ohms. Il n'est pas besoin alors d'expliquer, que presque toute notre puissance sera gaspillée en chaleur.

Naturellement nous n'utiliserons pas du fil de 8/100ᵉ pour réaliser une telle antenne. On choisira du tube d'aluminium et les pertes ohmiques seront très faibles, mais encore présentes. Un vieil axiome amateur nous donne ce bon conseil : toujours faire l'antenne la plus longue possible et l'installer aussi haut que possible. Il y a aussi une plaisanterie qui accompagne cet axiome : si une telle antenne tient debout, c'est qu'elle est trop petite !

Nous avons donc jusqu'à présent signalé cette résistance de rayonnement et cette résistance ohmique, présentes au point d'alimentation de l'antenne. Lorsque l'antenne est en résonance, seules ces deux résistances sont présentes.

Si ce n'est pas le cas, il y a une **réactance** qui est présente au point d'attaque de l'antenne. La réactance s'exprime également en **ohms**, mais ce n'est pas une résistance réelle, au sens de résistance pouvant dissiper une puissance. Il serait long d'expliquer ce qui se cache sous ce terme de réactance. Plus simplement, on comparera cette réactance à une grille ou une porte qui arrête ou gêne le passage du courant dans un circuit.

Lorsqu'une antenne est sollicitée sur une fréquence autre que sa fréquence de résonance, une certaine réactance sera toujours présente. D'ailleurs, **quelle que soit l'antenne,** il se trouvera toujours un état de réactance au point d'alimentation de l'antenne pour une certaine bande ou pour une certaine fréquence.

## L'ANTENNE VERTICALE

Le modèle le mieux connu est celui mesurant un quart d'onde et placé à même le sol (fig. 1) ou avec un système de plan de sol. L'antenne est faite en tube et les radians sont en fils. Le plan de sol idéal serait constitué par une feuille de métal, ayant un rayon d'un quart de longueur d'onde ou plus. Dans le cas des VHF, cela est possible ; mais en décamétriques on utilise plutôt des fils comme radians. La question habituelle concerne leur nombre. Plus on utilisera de radians et mieux l'antenne fonctionnera, jusqu'à un certain point naturellement. Il ne faut

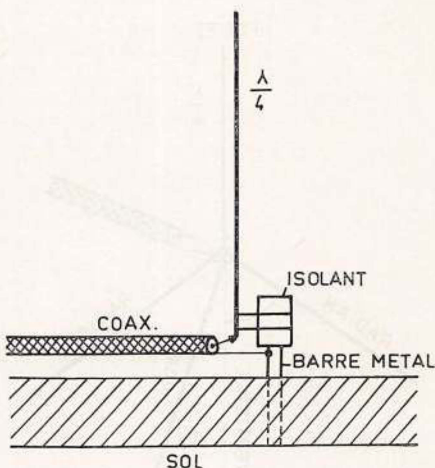



**Figure 1**
**Verticale au sol**

pas en déduire qu'une antenne ne comportant que deux ou trois radians manquera d'efficacité. Une telle antenne fonctionnera, mais pour l'efficacité **maximum,** 40 radians ou même plus sont à conseiller. Cette antenne dite **verticale** présente une impédance de 35 ohms à la base. Cette impédance peut être augmentée en amenant les radians à l'oblique sous le plan horizontal passant par la base du fouet de l'antenne. On peut ainsi obtenir une impédance d'attaque de 50 ohms. Le nombre des radians est en relation avec l'angle de déplacement de ces radians en ce qui concerne cette recherche d'une certaine impédance (ici 50 ohms par exemple) (fig. 2).

Cette antenne est avant tout une antenne monobande. Cependant, une verticale 1/4 d'onde pour 40 mètres peut aussi être utilisée sur 15 mètres. Dans ce cas, l'antenne présente trois quarts d'onde sur 15 mètres et n'importe quel **multiple impair** de quarts d'onde fournira une impédance relativement basse.

## VERTICALES MULTIBANDES

Comme nous l'avons noté plus haut, **toute** antenne peut être **appelée** antenne multibandes, mais la façon de l'alimenter en puissance est une autre affaire.

Avant les années 50, l'antenne multibandes de l'amateur était un ensemble comprenant l'antenne, des lignes de transmission accordées et un coupleur d'an-

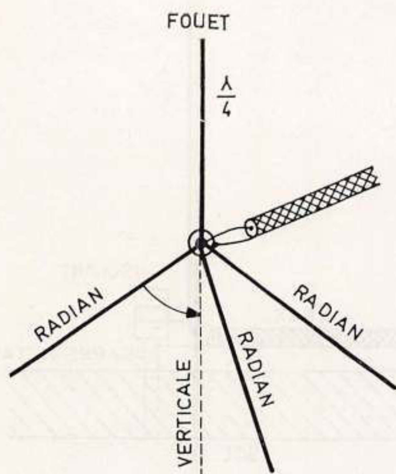



**Figure 2**
**Verticale avec plan de sol (« ground-plane ») en abaissant les radians dans le sens de la flèche, on augmente l'impédance présentée par l'antenne.**

tenne. A partir de 1950, le câble coaxial est devenu à peu près la seule ligne de transmission utilisée, conjointement d'ailleurs aux nouveaux émetteurs multibandes par commutation. La suite tout à fait logique était l'utilisation d'une antenne multibandes présentant une adaptation toujours parfaite à la ligne de transmission et ne nécessitant aucun réglage. En somme, il fallait une antenne présentant une impédance de 50 ohms sur chaque bande utilisée et sur chaque fréquence dans une bande donnée. Le développement logique de ce besoin fut l'antenne multibandes avec trappes.

Par l'adjonction de ces trappes, il devenait possible de faire de cette antenne une sorte de dipôle demi-onde pour la bande souhaitée. Cependant, et cela est très important d'autant plus que nous nous adressons ici plutôt au débutant qu'au chevronné, il n'existe, à notre connaissance, **aucune** antenne multibandes à trappes qui puisse procurer une adaptation parfaite sur toutes les bandes en dépit de ce que certaines publicités puissent vous soutenir. Certains amateurs ont passé des heures entières à essayer de régler leurs antennes avec trappes afin d'atteindre l'adaptation **parfaite**, alors qu'en l'état actuel de la technique, il est tout simplement impossible d'arriver à un tel résultat.

## VERTICALES MULTIBANDES, SANS TRAPPE

Quelques maisons spécialisées proposent des antennes multibandes comprenant simplement un morceau de tube vertical mesurant habituellement de 5 à 7 mètres de longueur. Le tube est utilisé avec un bobinage d'adaptation à la base. En recherchant des prises appropriées et par réglage de ce bobinage, l'antenne peut être adaptée (ou presque) à n'importe quelle bande donnée. Ce type d'antenne n'a **aucune** trappe. Cela signifie par contre que les réglages et les prises sur le bobinage **doivent** être modifiés lorsqu'on change de bande. Quelques amateurs, mal conseillés, achètent ce genre d'antenne, pensant qu'il suffit de l'installer et qu'alors tout se fait automatiquement, quelle que soit la bande choisie. Mettons les choses bien au clair : une telle antenne est multibandes et c'est vrai, mais lorsqu'on change de bande, il est nécessaire de refaire les réglages sur l'antenne même !

Naturellement la première idée qui nous vient, c'est de contruire cette antenne. C'est effectivement la multibandes la plus facile à fabriquer et à installer. Le mât vertical peut être fait de tubes emboîtables, voire même de tronçons de mâts (destinés à supporter les antennes TV). Il peut être supporté par un isolant (une bouteille peut convenir) et tenu verticalement par du fil nylon d'un certain diamètre. La figure 3 donne une idée de construction. L1 est un bobinage réalisé en fil étamé de 1,5 ou 2 mm de telle façon qu'on puisse y faire une prise à chaque tour. Une dimension convenable pour cette bobine serait 75 mm de diamètre. Pour fonctionner de 80 à 10 m, il faudrait bobiner 30 tours sur une longueur de 125 mm avec une hauteur de tube vertical de 8 mètres environ.

Le réglage de l'antenne nécessite l'utilisation du ROS-mètre. Brancher la ligne coaxiale sur quelques tours du bobinage L1 et faites une prise d'essai avec la partie « court-circuitante » CC (voir figure 3). Noter le ROS. Essayez ensuite de déplacer ce court-circuit jusqu'à ce que le ROS accuse une valeur minimum. Faites alors de même avec la connexion mobile A. Ceci permettra d'améliorer le minimum au ROS-mètre. Retoucher enfin légèrement les prises de CC et de A pour parvenir

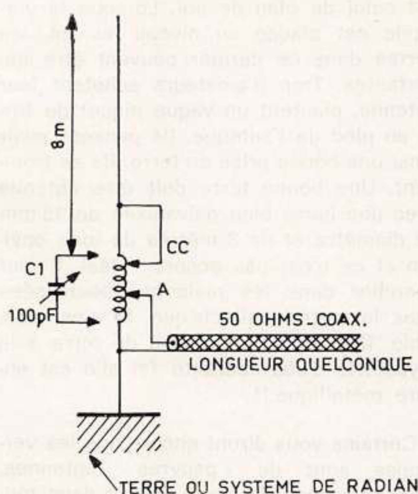



**Figure 3**
**Verticale avec self à la base**

à un ROS de 1 environ. Si ce n'est pas possible, essayer d'ajouter C1 et répéter le même travail en faisant varier C1 chaque fois qu'un minimum est obtenu. Des radians amélioreront l'efficacité de l'antenne. Leur nombre dépend des possibilités d'installation (1).

## VERTICALES AVEC TRAPPES

Comme nous l'avons dit, des trappes peuvent être introduites dans une verticale toutes bandes. Ces trappes sont d'habitude des circuits résonnants parallèles et l'objectif est de faire que chaque partie de l'antenne travaille en 1/4 d'onde vertical ou multiple impair de quarts d'onde sur la bande voulue. La figure 4 donne un exemple de ce type d'antenne.

Le but de ces trappes est de permettre d'obtenir une condition d'adaptation permanente de l'antenne à la ligne de transmission. Malheureusement, l'inter-action est telle, entre les différentes sections de l'antenne, qu'il est impossible de réaliser une adaptation **parfaite** sur chaque bande. Pour ce qui est d'une adaptation convenable, c'est un autre problème.

L'amateur en général, et il a raison, a tendance à accorder beaucoup trop d'importance à un ROS de 1. Il pense que, si son ROS-mètre ne lui indique pas une puissance réfléchie absolument nulle, il se passe quelque chose de terrible quelque part et qu'il doit donc cesser toute

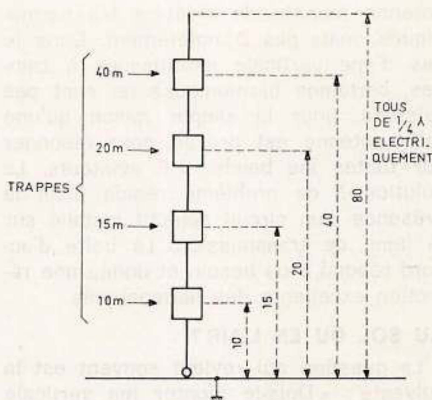



**Figure 4**
**Verticale théorique multibandes à trappes ; certaines réalisations donnent l'impression qu'une seule trappe est utilisée ; en réalité elles peuvent être groupées.**

émission. La raison en est que, si l'on utilise une ligne de transmission telle le RG-8/U (30 mètres par exemple), on peut très bien constater un ROS de 5 à 1 et **ne pas avoir de perte appréciable** dans l'antenne avec trappes. Quelque chose se cache pourtant derrière cette constatation.

La plupart du temps, émetteurs et « transceivers » commerciaux sont donnés pour attaquer uniquement une charge de 50 ohms. C'est impératif. Lorsqu'une désadaptation est présente à l'antenne, il peut devenir impossible de charger et d'accorder correctement l'amplificateur final de l'émetteur car il n'y a pas suffisamment d'étendue d'accord au circuit final de l'ampli de puissance. Cette impossibilité laisse alors l'OM incapable d'agir sur la réactance présente dans la charge. Que faire ? Utiliser une **boîte d'accord** dans la ligne de transmission pour « rattraper » ce manque d'adaptation. Cette boîte d'accord sera réglée pour que l'émetteur « voit » une charge de 50 ohms malgré le manque d'adaptation à l'antenne.

## LES HARMONIQUES

Un autre point est à soulever. Nous l'avons déjà dit : toute antenne peut être multibandes. Par le même raisonnement, nous dirons que toutes harmoniques créées dans l'émetteur et atteignant l'antenne seront rayonnées. Il est vrai qu'une

(1) Se reporter à l'article de F6AZS, p. 622, R.R. 8.9/73, en rendant vertical le fil utilisé.

antenne monobande arrêtera les harmoniques, mais **pas** complètement. Dans le cas d'une verticale multibandes à trappes, certaines harmoniques ne sont pas rejetées, pour la simple raison qu'une telle antenne est prévue pour résonner sur toutes les bandes HF amateurs. La solution à ce problème réside dans la présence d'un circuit sélectif installé sur la ligne de transmission. La boîte d'accord répond à ce besoin et donne une réjection excellente des harmoniques.

**AU SOL OU EN L'AIR ?**

La question qui revient souvent est la suivante : « Dois-je monter ma verticale au sol ou l'élever nettement ? ». Elevée suffisamment, la verticale a un dégagement qu'elle n'aurait jamais sur un sol entouré d'arbres, de gouttières, de béton armé, de poteaux métalliques, de fils E.D.F., etc... Cependant, monter l'antenne nécessite alors la présence d'autant de radians qu'il est possible d'en fixer. L'installation habituelle consiste en trois ou quatre radians (ou plus) taillés pour la fréquence d'émission la plus basse (80 m par exemple). Un tel système donnera des performances satisfaisantes.

Un autre point important à considérer est celui du plan de sol. Lorsque la verticale est placée au niveau du sol, les pertes dans ce dernier peuvent être importantes. Trop d'amateurs achètent leur antenne, plantent un vague piquet de terre au pied de l'antenne. Ils pensent avoir ainsi une bonne prise de terre. Ils se trompent. Une bonne terre doit être obtenue avec une barre bien galvanisée de 15 mm de diamètre et de 3 mètres de long environ et ce n'est pas encore l'idéal. Il faut chercher dans les maisons spécialisées dans le matériel électrique. Si c'est possible, fixer votre connexion de terre à la tuyauterie d'eau courante (si elle est encore métallique !).

Certains vous diront encore que les verticales sont de « pauvres » antennes, qu'elles rayonnent assez peu et dans toutes les directions. Ce n'est pas vrai car la verticale peut être une bonne antenne, si vous lui donnez toutes ses chances !

(Traduit et adapté par E. Milonas F6AIR)

**Bibliographie**

QST, septembre 1972, by W1ICP.

# Remplacement du relais sur le manipulateur automatique de F5HV

Après avoir utilisé le manipulateur automatique de F5HV pendant un certain temps, j'ai remplacé le relais par un étage de commutation à transistor.

Je n'ai pas câblé la partie moniteur (portes 3 et 4) le moniteur de CW étant incorporé au récepteur (FR50B). J'utilise pour commander le transistor de commutation la porte 3 du circuit intégré SN7400.

Le transistor de commutation est un 2N525 et la tension commutée est de — 45 volts. Si la tension à commuter est supérieure à — 45 volts, un transistor avec un VCEmax plus élevé est nécessaire. Une résistance de 5,6 kΩ peut être ajoutée entre base et émetteur du 2N525 si le courant de repos de celui-ci est trop élevé.

La masse de l'émetteur (FL5OB) est reliée au plus alimentation du manipulateur. Alimenté par une pile de 4,5 volts la consommation est de 26 mA.

**E. HENRY F6AZS**

